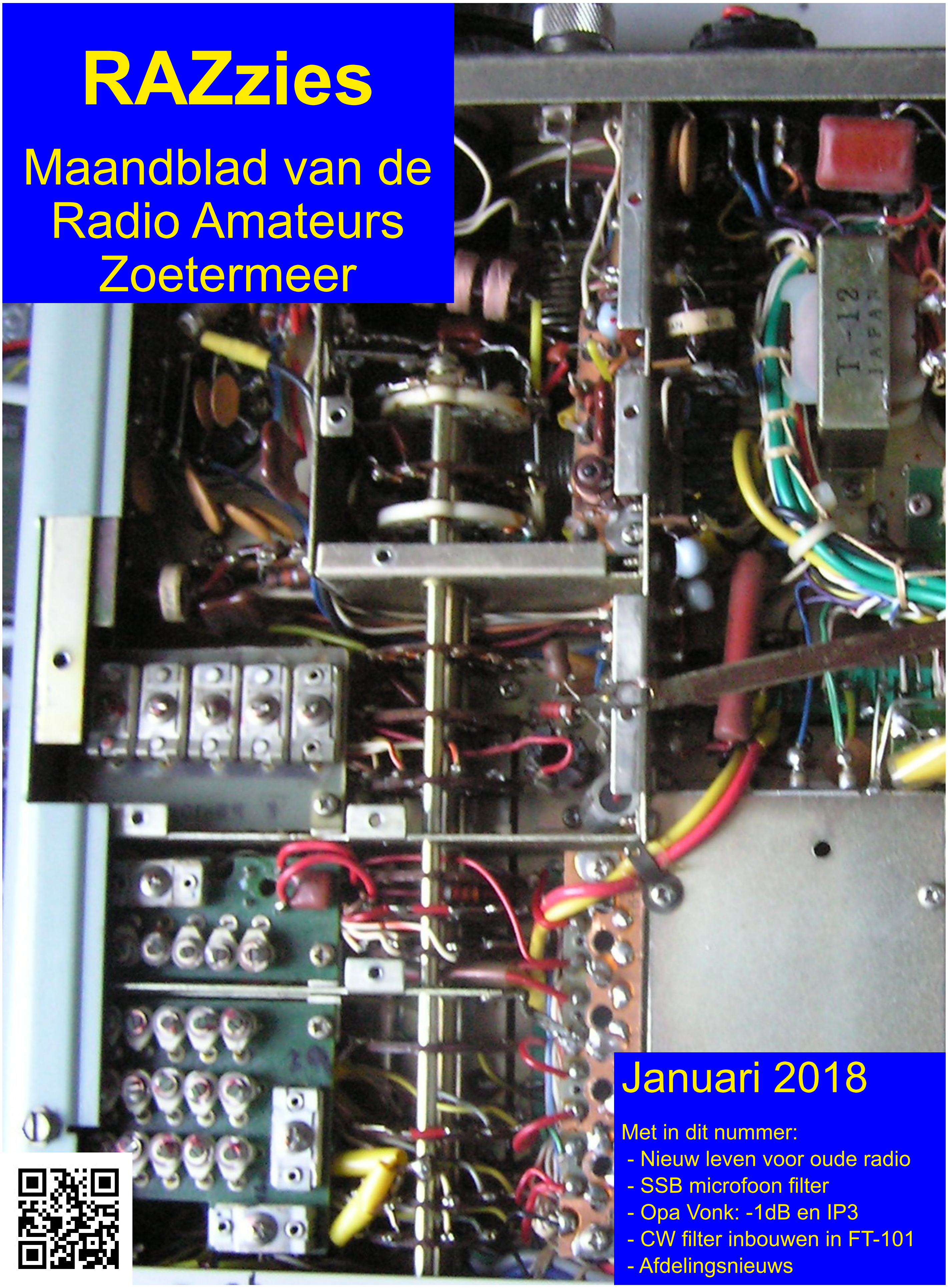
RAZzies

Maandblad van de Radio Amateurs Zoetermeer



Januari 2018

Met in dit nummer:

- Nieuw leven voor oude radio
- SSB microfoon filter
- Opa Vonk: -1dB en IP3
- CW filter inbouwen in FT-101
- Afdelingsnieuws

Colofon

RAZzies is een uitgave van de Radio Amateurs Zoetermeer. Bijeenkomsten van de Radio Amateurs Zoetermeer vinden plaats op elke tweede en vierde woensdag van de maanden september - juni om 20:00 uur in het clubhuis van de Midgetgolfclub Zoetermeer in het Vernède sportpark in Zoetermeer.

Website:

http://www.pi4raz.nl

Redactie:

Frank Waarsenburg
PA3CNO
pa3cno@pi4raz.nl

Informatie:

info@pi4raz.nl

Kopij en op- of aanmerkingen kunnen verstuurd worden naar razzies@pi4raz.nl

Nieuwsbrief:

http://pi4raz.nl/maillist/subscribe.php

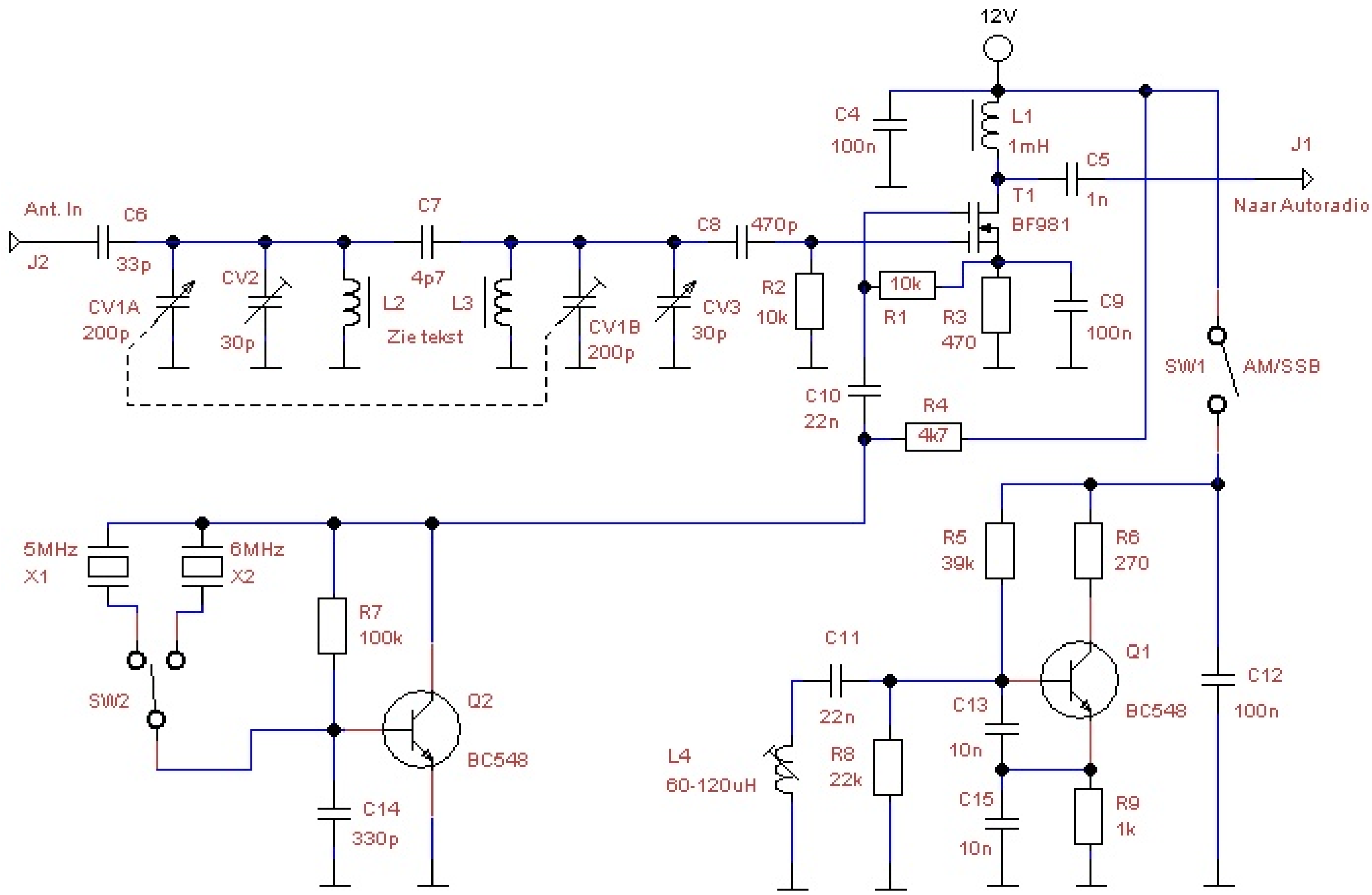
Van de redactie

Bij het verbouwen van mijn FT-101 realiseerde ik me dat ik bezig was met een van de oude ambachten, zoals klompen maken, houtsnijden, manden vlechten etc. Nog een tiental jaren en dan weet niemand meer wat je met een soldeerbout moet. Het toevoegen van een CW-filter betekent dan vermoedelijk het aanpassen van een stukje software van je SDR. Hoewel radio als ouderwets beschouwd wordt, zijn er nog nooit zoveel zenders in de lucht geweest. Als de XYL Spotify via haar iPad naar de geluidsinstallatie zit te streamen, heeft ze 2 zenders in de lucht: 1 op 5GHz voor de WiFi en 1 op 2,4GHz voor de Bluetooth. Maar niemand realiseert zich dat. Er zijn zelfs nu al afdelingen van zendamateurs waar niemand een scoop heeft. Waarom zou je ook, als je alleen maar hele weekenden 59 aan het roepen bent in een koopdoos. Het ambacht Radio gaat verloren. De vraag is hoe lang we dan nog aanspraak mogen blijven maken op de amateurbanden. Spectrum is schaars, en de hongerige ogen van de commercie zijn op onze banden gericht. Die banden hebben we voor het doen van experimenten om op die manier bij te dragen aan de wetenschap die Radio heet. Op het moment dat we niet meer bijdragen aan de techniek, is ons bestaansrecht weg. Ik blijf er echter op vertrouwen dat er altijd nog wel gekken zullen blijven zoals ik, die met de techniek bezig zijn. En anders rest het internet...

Nieuw leven voor oude radio

Mijn schuur beschikt nog over enige generaties autoradio's die ooit uit sloopauto's gehaald zijn met het idee om ze in het volgende oude voertuig te monteren, dat vervolgens onveranderlijk al over een radio bleek te beschikken, waardoor de stapel alleen maar groter werd. Wat moet je met die dingen. Nou, wat dacht je van omkatten tot een ontvanger met een bereik van 3,4 - 7,6MHz zonder dat je zelfs maar het deksel van de radio af hoeft te halen. Het enige wat je nodig hebt is een paar transistoren en een regenachtige zondagmiddag. Of iets meer, afhankelijk van je handigheid. De voorwaarde is wel dat de radio in kwestie nog over analoge afstemming beschikt. Modernere autoradio's zijn soms voorzien van een synthesizer waarmee in een 9kHz raster afgestemd kan worden, en dat is niet handig als je op de kortegolf wilt luisteren. Maar heb je zo'n analoog afstembaar geval, dan kan je daarmee een ontvanger maken waarmee je de 80m en de 40m band bestrijkt, plus de 49m en 41m broadcast band.

De basis van het ontwerp is een mengschakeling (downconverter) met twee kristallen: één van 5MHz en één van 6MHz. Beiden zijn standaard bij Conrad te verkrijgen en kosten een habbekrats. Hoe de schakeling opgebouwd is zie je in het schema bovenaan de volgende pagina.



De verschillende modules van de schakeling zijn makkelijk te herkennen. Het eerste deel bestaat uit een afstembaar banddoorlaatfilter wat zich bevindt tussen de antenne-ingang en C8. Het aldus gefilterde antennesignaal komt terecht op de mixer, die gevormd wordt door dual gate MOSfet T1. Het tweede mengsignaal is afkomstig van de kristaloscillator met Q2. Vervolgens gaat de uitgang van de mixer via C5 naar de antenne-ingang van de autoradio.

Maar een autoradio beschikt doorgaans over FM en AM. Niet over SSB. Daar moet hij een beetje mee geholpen worden. Dat doen we met een BFO die weer gevormd wordt door transistor Q1, welke oscilleert op de middenfrequent van 455kHz. Wacht even... De BFO is helemaal niet verbonden met de autoradio! En dat hoeft ook niet. Er waait genoeg signaal de autoradio in zonder dat er verbinding mee gemaakt wordt. Op deze manier hoef je geen fysieke verbinding te maken met het inwendige van de radio.

Hoe komen we nu aan het afstembereik van 3,4 tot 7,6MHz? Dat vereist enige uitleg.

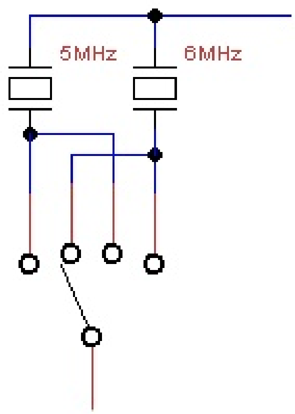
Het bereik is opgedeeld in 4 delen:
3,4 - 4,5MHz
4,4 - 5,5MHz
5,5 - 6,6MHz
6,5 - 7,6MHz

Uitgangspunt is het afstembereik van de autoradio, van 0,5 tot 1,6MHz. Mengen we daar 5MHz tegenaan, dan levert dat twee mogelijke ontvangstreeksen op:
5 - (0,5 tot 1,6) = 4,5 tot 3,4MHz en
5 + (0,5 tot 1,6) = 5,5 tot 6,4MHz

Merk op dat het eerste bereik, de 80m band, dus "achteruit" afstemt. Omhoogdraaien op de radio is lager in de 80m band afstemmen. In plaats van het 5MHz kristal kan ook het 6MHz kristal gekozen worden. De berekening is dan als volgt:
6 - (0,5 tot 1,6) = 5,5 tot 4,4MHz en
6 + (0,5 tot 1,6) = 6,5 tot 7,6MHz

Het stukje band van 5,5 tot 4,4MHz stemt dus weer "achteruit" af, maar de 40m band heeft een normale afstemming. Je zou de omschakelaar kunnen vervangen door een 4-standen schakelaar die om en om het 5MHz kristal en het 6MHz kristal met de basis van Q2 verbindt. Op die manier kan je door de banden stappen.

Hoe kan je nou met 1 kristal twee banden ontvangen? Dat is waar het bandfilter om de hoek komt kijken. Feitelijk zorgt die voor de spiegelonderdrukking, en de spiegel is de andere band. Het bandfilter is afstembaar over het hele bereik van 3,4 tot 7,6MHz, en met het bandfilter stem je het gewenste banddeel af. Voorbeeld: Als ik het 5MHz kristal kies, en ik stem het bandfilter op maximale signaalsterkte af aan de lage kant (dus bij de hoogste capaciteit), dan heb ik het deel van 3,4 tot 4,5MHz te pakken. Stem ik het filter op maximale signaalsterkte af aan de hoge kant (dus bij kleinere capaciteit), dan heb ik met hetzelfde kristal de band van 5,5 tot 6,6MHz te pakken. Hetzelfde geldt voor het 6MHz kristal. Het bandfilter moet dan ook best scherp zijn, en dat betekent dan ook dat als je de autoradio van de ene naar de andere kant van zijn bereik draait, het onderweg nodig kan zijn om het bandfilter bij te stemmen.



De spoelen L2 en L3 moeten een zelfinductie hebben van ca. 10,5µH. Dat kan je met spoelvormen met regelbare ferrietkern maken, maar je kunt ook 46 windingen 0,3mm draad leggen om een T50-2 ringkern. Voor L4 werd een 455kHz MF trafo uit de junkbox gebruikt. En L1 is een HF smoorspoel van 1mH of meer.

Afregeling

Begin met een meetzender die AM gemoduleerd kan worden, op 3,4MHz te zetten. Zet trimmers CV2 en CV3 ongeveer op de helft, en zet afstemcondensator CV1 op maximum capaciteit. Zoek nu het meetzendersignaal op de radio aan de hoge kant van de band, dus rond 1600kHz. Kijk of je het bandfilter op maximum signaal kunt krijgen met de afstemcondensator CV1. Kan dat niet, zet dan de afstemcondensator op maximum capaciteit en kijk of je met de trimmers CV2 en CV3 de zaak op maximum kunt krijgen. Gaat dat ook niet, dan heb je te weinig zelfinductie en zal je de spoelen wat moeten vergroten. Heb je een maximum gevonden, regel dan de beide trimmers zo af, dat het signaal niet meer sterker wordt. Zet daarna de meetzender op 6,4MHz en kijk of je aan de hoge kant van het bandfilter het signaal weer kunt vinden. Schakel vervolgens om naar het 6MHz kristal, zet de meetzender op 7,6MHz en kijk weer of het bandfilter te maximaliseren is. Lukt dat, dan is de afregeling nu voldoende.

Knoop een antenne aan de ingang van het bandfilter en zoek een SSB station in b.v. de 40m band. Stem zo af, dat het Donald Duck signaal zo sterk mogelijk is. Schakel nu de BFO in en regel de kern van L4 zodanig af, dat er een verstaanbaar signaal uit de autoradio komt. En klaar is de set!



Je kunt de autoradio met de schakeling in een - bij voorkeur metalen - behuizing samenbouwen. Schakelaar voor aan/uit, schakelaar voor SSB/AM, draaischakelaar voor de kristallen en een knop voor de afstemcondensator. De afstemcondensator moet minimaal 2x 200pF zijn. Vaak kom je 2x 350pF tegen. Zet dan met elke sectie 470pF in serie en je komt op 200pF uit.

De schakeling is verbazingwekkend gevoelig en werkt uitstekend om naar de 80m of 40m band te luisteren. Zo geef je een oude autoradio alsnog een nuttig bestaan op de amateurbanden als stand-by ontvanger voor tijdens het prutsen.

SSB Microfoon filter

Bij het onlangs opruimen van een kast kwam ik een oude Shure 545S microfoon tegen die in mijn jonge jaren dienst had gedaan in een rockband. Deze klassieke dynamische microfoon heeft een ingebouwde bevestiging voor een standaard en hij was de voorloper van de populaire SM-57/58 serie die nu nog in productie is. Ik besloot dat deze microfoon bevorderd mocht worden tot het verrichten van zijn taken in de radiowereld, en bestelde een tafelstandaard met ruimte voor een PTT schakelaar. Later werd er nog een filter bijgebouwd dat lijkt op het filter uit de Yaesu MD-100A8X tafelmicrofoon waarbij de schakeling van stroom voorzien wordt door de microfoonaansluiting van de radio.

Het ontwerp

De Yaesu MD-100A8X heeft drie standen voor hoogdoorlaatfiltering plus een extra instelling om het hoog op te halen. Ik maakte een printje dat in de tafelstandaard paste en zette de schakelaars op de voorkant zodat ik er makkelijk bij kon. Er werd een gain schakelaar op de voorkant gemonteerd ter vervanging van de jumper.

Bedieningselementen

Alle vier de schuifschakelaars zijn op de print gemonteerd, waarbij de schuifjes door de front van de tafelstandaard steken. FILTER schakelaar S1 bepaalt of het filter actief is of niet. GAIN schakelaar S3 bepaalt of de spanningsversterking 1 of 2 is (0 dB of 6 dB). LOW CUT schakelaar S4 kent de standen 1, 2 en 3 die overeenkomen met respectievelijk de 3dB afsnijfrequenties van 6 Hz, 150 Hz en 325 Hz. DX schakelaar S2 voegt 8 dB versterking toe aan de hoge kant, met een piek bij ongeveer 4,8 kHz en een -3dB punt in het laag bij 450 Hz. In de beperkte bandbreedtewereld van SSB voegt deze piek ongeveer 6 dB toe bij 2,5 kHz. Moet je set wel flink afsnijden boven de 3kHz, anders worden je buren niet blij met die grote bandbreedte. Als de DX schakelaar ingeschakeld is, werken de LOW CUT instellingen niet meer.

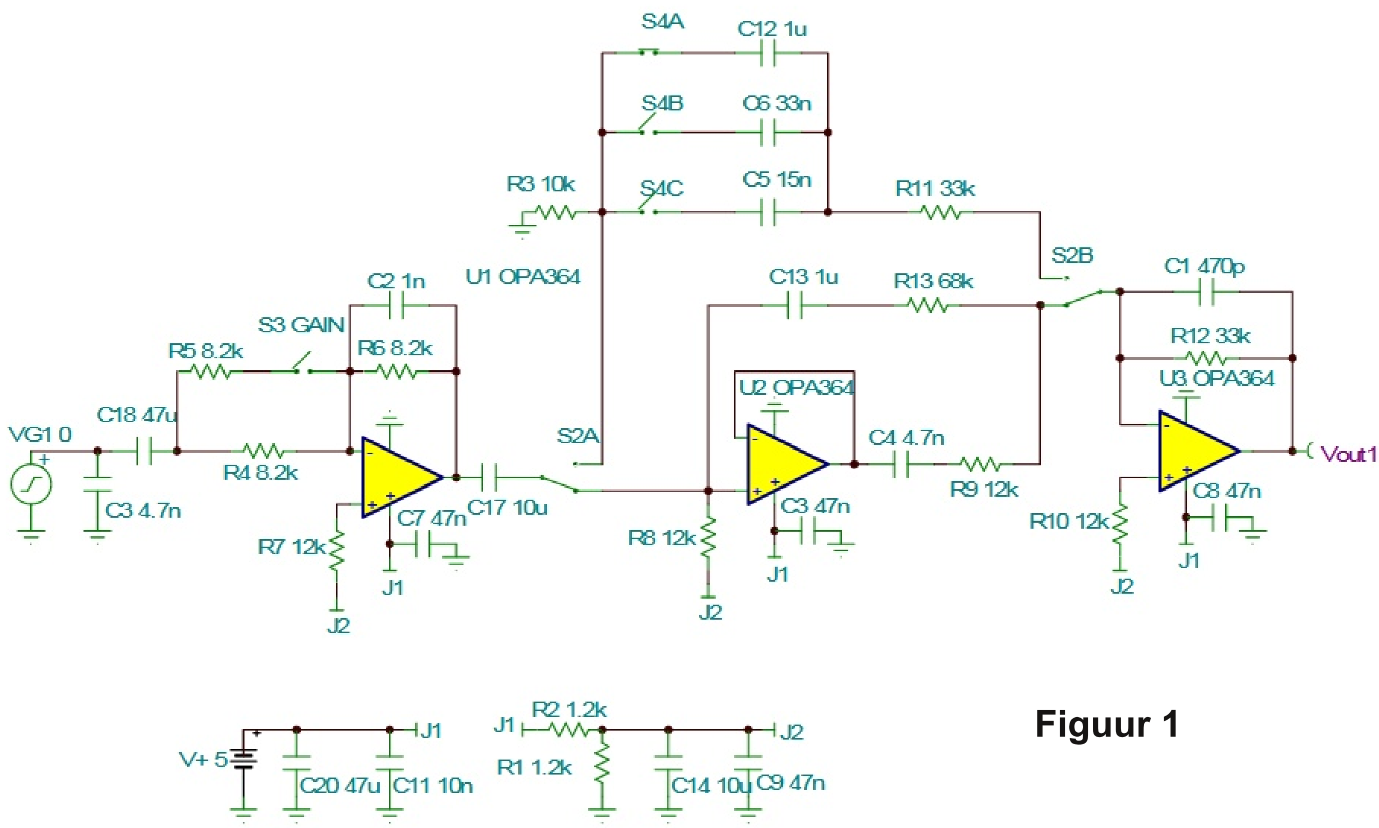
(U1-U2, NJM4580D)

Het originele ontwerp gebruikte µPC4572C OpAmps die of niet meer verkrijgbaar zijn, en als ze dat wel zijn, alleen in hele grote hoeveelheden. Omdat de schakeling ontworpen was om te werken op de interne stroomvoorziening van de microfoonaansluiting van de radio (met een maximum van 15mA), moeten deze OpAmps op lage spanningen kunnen werken en weinig stroom trekken. Daarnaast moeten ze een heel lage eigen ruisbijdrage hebben omdat ze rechtstreeks in de signaalweg van de microfoon zitten. De NJM4580D heeft een lage input noise (0,8µV RMS), werkt vanaf 4VDC, en trekt slechts 5mA. U1A werkt als bufferversterker waarvan de versterking bepaald wordt door R6/R4 of R6/(R4||R5). De afsnijfrequenties van het laag worden bepaald door de vergelijking

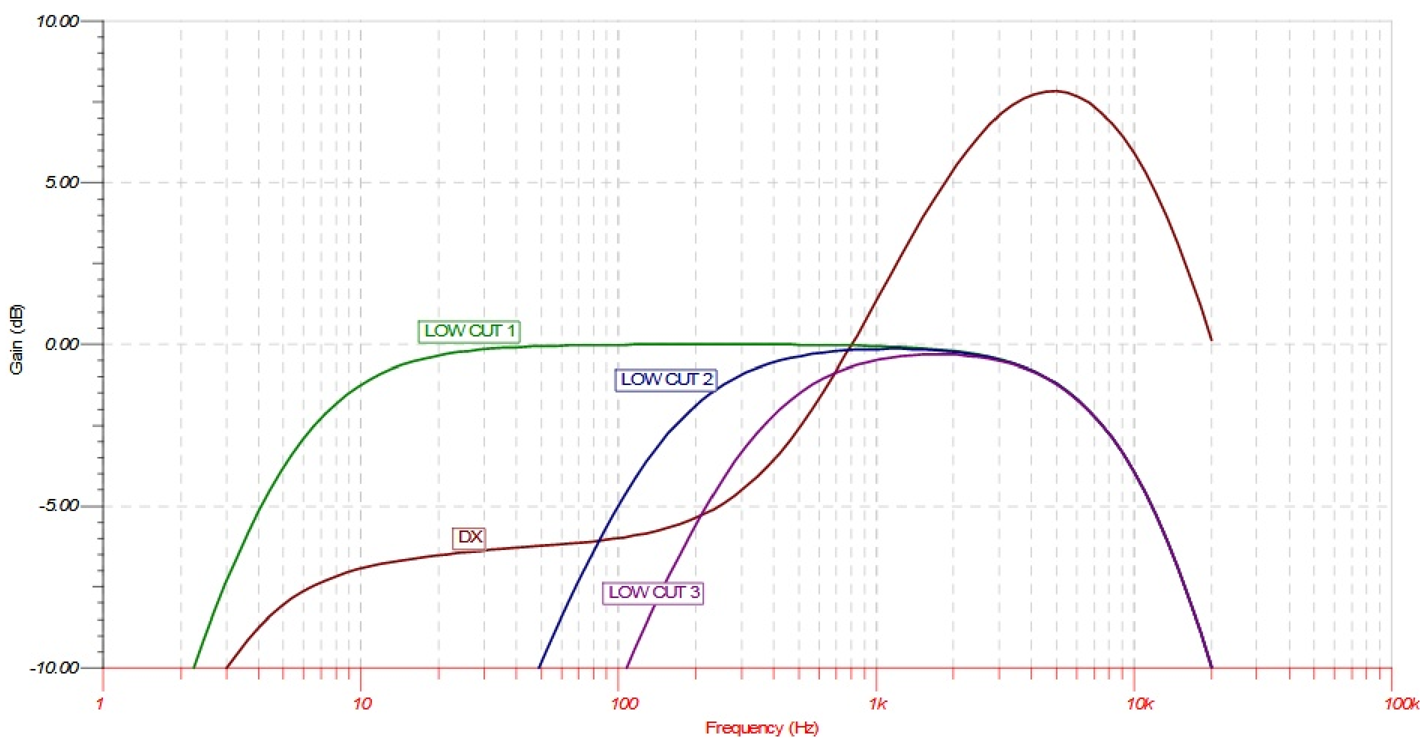
$$f_{-3dB} = \frac{1}{2 * \pi * R * C}$$

waarbij R is R11 en C omgeschakeld wordt tussen C12, C6 en C5. De schakeling rond U1B voor het ophalen van het hoog lijkt op de R.I.A.A. correctieschakelingen (Recording Industry Association of America) zoals bij platenspelers toegepast wordt. Het op SPICE gebaseerde analoge simulatie programma TINA-TI3 werd gedownload en het filterschema werd ingevoerd (Figuur 1). Het resultaat is een plot zoals te zien in Figuur 2 en laat door middel van AC analyse zien hoe het filter het microfoonsignaal beïnvloedt.

Spelen met verschillende weerstandswaarden resulteert in een ander verloop van de frequentie respons. Om bijvoorbeeld meer hoog te krijgen zonder het laag af te snijden, kan je de waarde van R13 veranderen van 68k naar 33k. Het



Figuur 1



Figuur 2

halveren van de waarde van R9 van 24k naar 12k reduceert de amplitude en frequentie van de piek van 8dB@4,8kHz naar 4dB@3,5kHz.

PTT Schakelaar

Er werden diverse druktoetsen besteld en degene die het lekkerste aanvoelde is gekozen als PTT schakelaar. PTT schakelaar S5 is aan de bovenzijde van de tafelstandaard gemonteerd en met draden aangesloten op de print.

Microfoon uitgang

Hiervoor is een RJ-45 connector gekozen omdat die makkelijk op een print te monteren is en omdat twee van mijn radio's die ook gebruiken als microfoonconnecor. De connector is gemonteerd aan de onderkant van de print (waar de printsporen zitten) zodat de kabeldoorvoer van de tafelstandaard vergroot kan worden totdat de connector erin past. De microfoon kan dan met een standaard CAT-5 patchkabel met de radio (FT-817/857/897) verbonden worden.

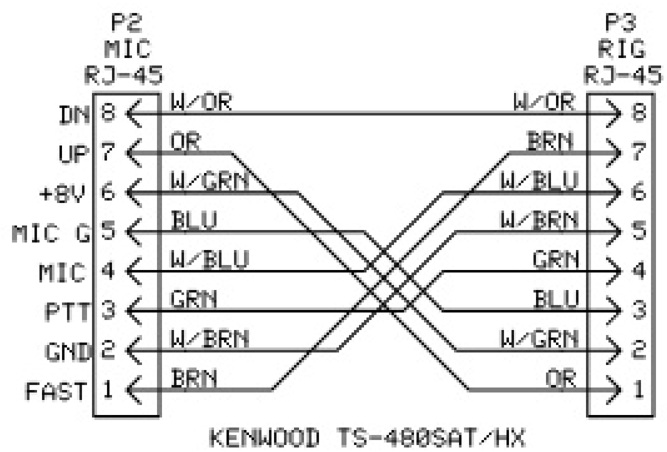


Voeding

Testen laten zien dat de 5VDC die geleverd wordt aan de microfoonaansluiting van een Yaesu FT-817/857/897 ongeveer 15mA kan leveren voordat de spanning in elkaar zakt tot onder de 4,85VDC. De door het filter opgenomen stroom is gemeten als zijnde ongeveer 10mA bij 5VDC. Andere spanningen die op microfoonaansluitingen kunnen staan zoals 8VDC zullen ook werken zolang er minimaal de vereiste 10mA geleverd kan worden. In het geval dat er geen spanning beschikbaar is, kan de schakeling ook gevoed worden door de 12VDC voeding van je set. Spanningsregelaar U3 reduceert de 12VDC naar 5VDC en kan met jumper JP1 gekozen worden. De 12VDC voedingsconnector wordt eveneens aan de onderkant van de print gemonteerd. De volgende componenten kan je weglaten als je de schakeling uitsluitend via de microfoonaansluiting van de set voedt: J3, FB7, FB8, D1, C16, C21 en U3. Deze onderdelen vind je terug op het complete schema op de volgende bladzijde.

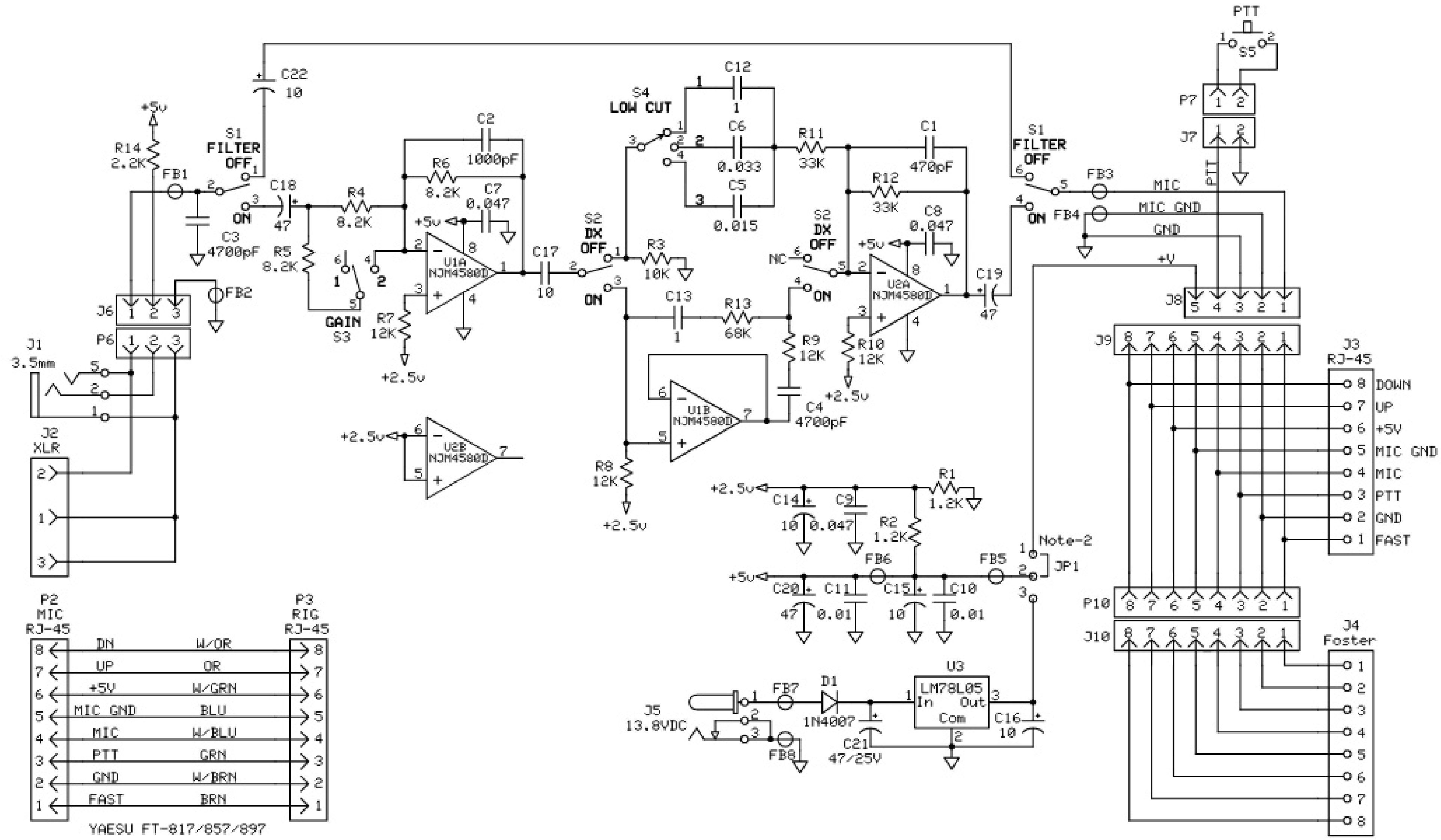
Microfoon bedrading

De 545S microfoon is bedraad als ongebalanceerde aansluiting met een lage impedantie van 150Ω. Microfoonaansluitingen 1 en 3 worden met massa verbonden via FB2, en pin 2 is verbonden met FB1. Gebruik afgeschermde kabel tussen de microfoonconnector en de print. Electret microfoons kunnen van voedingsspanning voorzien worden door 5VDC via een 2k2 weerstand aan te bieden aan pin 2 van S1. In het complete schema is de doorverbinding tussen de pennen 1 en 6 van schakelaar S1 vervangen door een electrolytische condensator van 10µF/16V. De aansluitingen voor een Kenwood TS480 zijn als volgt:



Opbouw

Het maakt niet uit hoe je de schakeling opbouwt, maar hij moet wel volledig afgeschermd worden en aan massa gelegd, om brom te voorkomen. De onderdelen zijn goedkoop dus je kunt meerdere filters bouwen die verschillende radioconnectors van signaal voorzien. De onderkant van de PTT schakelaar zat de print in de weg,



Complete schema met alle aansluitingen

en daarom moest daar een ring onder gemonteerd worden om 'm wat hoger te maken. De miniatuurschakelaars die voor S1-S4 gebruikt worden waren niet mijn eerste keus, ook al omdat ze bijna te kort zijn om fatsoenlijk door de frontplaat te steken vanwege de dikte van de tafelstandaard. Maar ja, haakse printschakelaars met 2 en 3 standen of draaischakelaars zijn en duurder, en moeilijker te vinden.

Boor de desbetreffende gaten in voor- en achterkant. Let er daarbij op dat de sleuven voor de schuifschakelaars parallel moeten lopen met de bodem van de standaard, niet haaks daarop. Ik gebruikte een Dremel frees om de kabelsteun in de standaard te verwijderen. Nadat alle mechanische bewerkingen gereed zijn, kan je de standaard mooi matzwart verven. Is de verf droog, dan kan de standaard een uurtje in de oven geplaatst worden bij 120°C. Met een lettertang kan de beschrifting gemaakt worden met zwarte letters op witte tape. De bodem van de standaard wordt uit een aluminium plaat gezaagd en er worden vier gaten in gemaakt voor het bevestigen van de rubber voetjes (of gebruik plakvoeten). De print wordt met afstandsbusjes op de bodemplaat gemonteerd. Zie voor de mechanische uitvoering de volgende foto's:

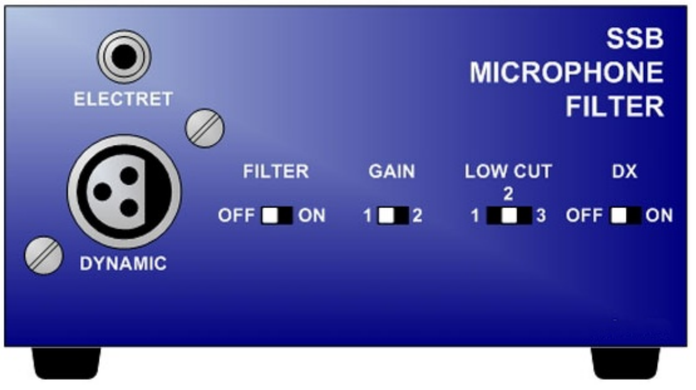


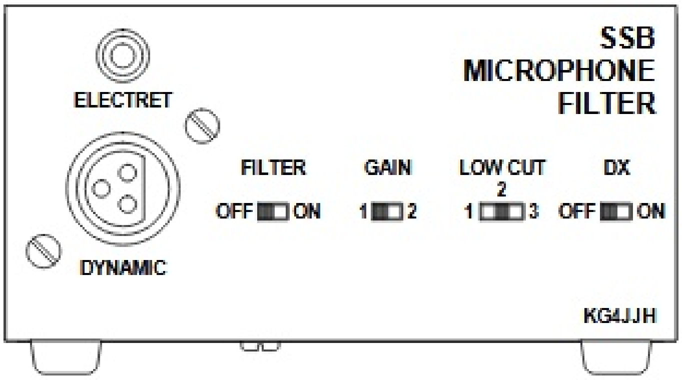
De opstelling van de schakelaars. Let op de zwart geschilderde ring onder de PTT knop om deze vrij van de print te maken.

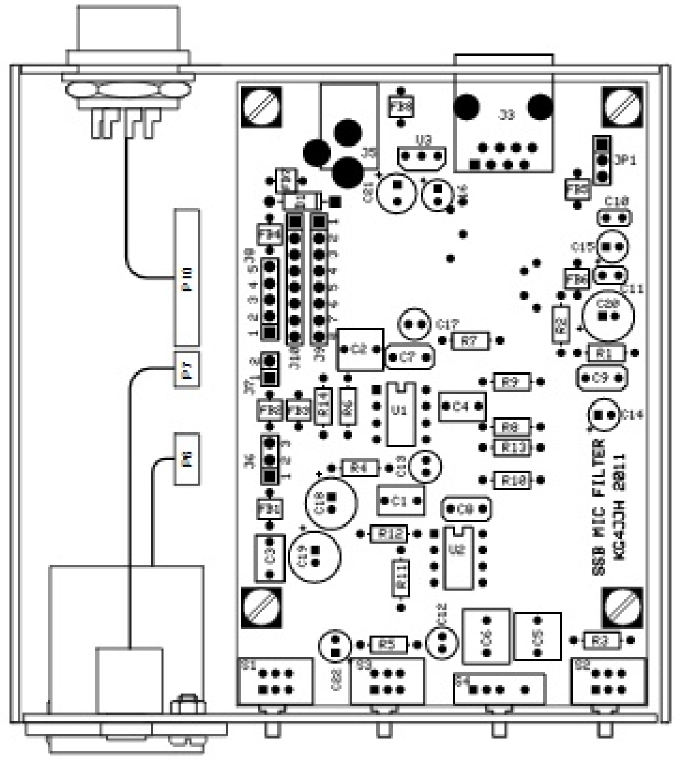


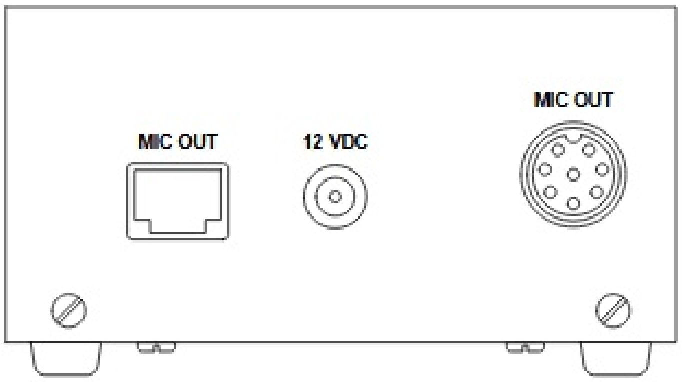
De microfoon in vol ornaat

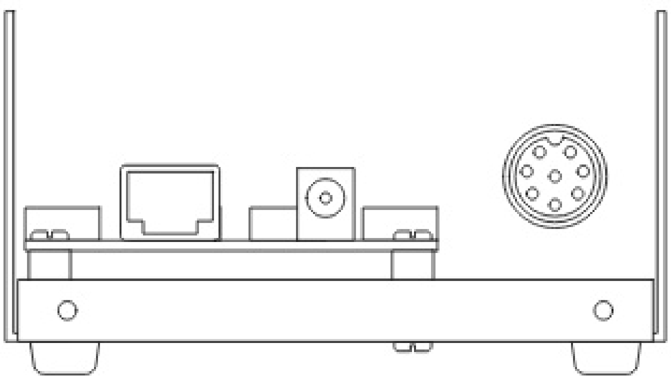
Heb je of wil je geen tafelstandaard, dan kan je altijd nog het filter als een lost kastje maken, met de mogelijkheid voor het aansluiten van een dynamische microfoon (microfoons uit de muziekwereld hebben bijna altijd een XLR aansluiting) of een electret microfoon, bijvoorbeeld van een headset. Een mogelijke uitvoering van zo'n kastje zie je hieronder, met tekeningen op de volgende bladzijde

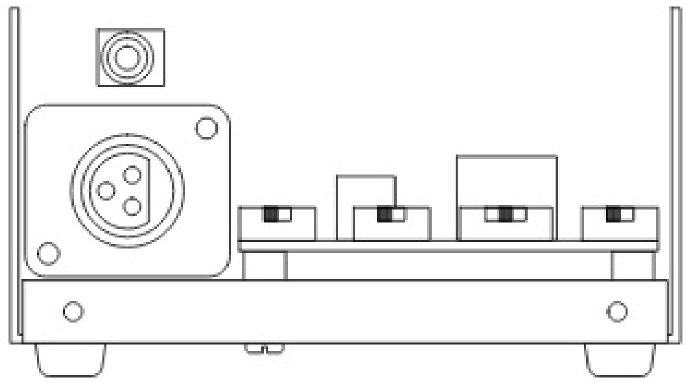












Conclusie

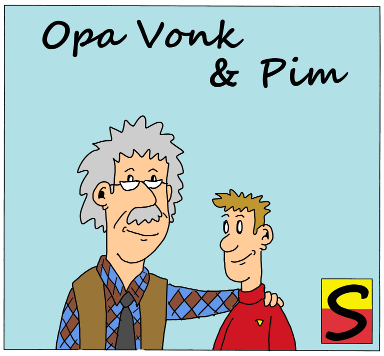
Het SSB Microfoonfilter is een perfecte manier om verschillende klankkleuren uit een microfoon te krijgen en zo in te spelen op de steeds wijzigende bandcondities. Het filter helpt om de lage frequenties uit je stem te reduceren waardoor de verstaanbaarheid in een lawaaiige band toeneemt, of om juist het hoog nog eens een extra impuls te geven zodat je makkelijk die DX pile-up aankan.

De schakeling kan in een tafelstandaard gebouwd worden, maar ook in een separate behuizing, en gevoed worden door de spanning op de microfoonaansluiting van je set of door de voeding van de set. Net als bij het modelleren van antennes, kan je analoge simulatoren gebruiken zoals het programma TINA-TI. Dit programma is een geweldinge ondersteuning bij het ontwerpen en stelt de experimenteerder in staat om de respons van het filter naar wens aan te passen nog voordat er ook maar een soldeerbout opgewarmd is.

Tot slot: op de volgende bladzijde vind je nog een onderdelenlijst waarmee je alles zo bij Mouser kunt bestellen, als er echt helemaal niets meer in je junkbox zit.

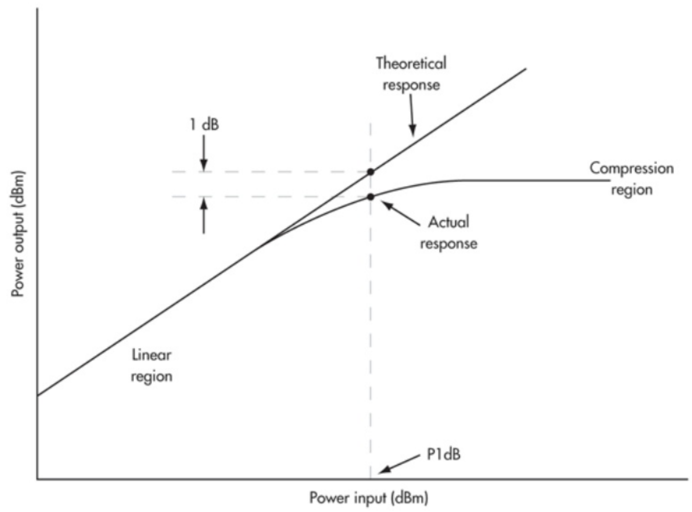
Onderdelenlijst

Part	Qty	Description	Part Number	Source	Unit Price	Ext. Price
U1-U2	2	Op Amp, Low Noise, NJM4580D	513-NJM4580DD	mouser.com	$0.49	$0.98
U3	1	Voltage Regulator, 5V @ 100mA	512-MC78L05ACPXA	mouser.com	$0.35	$0.35
C1	1	Capacitor, Polypropylene, 470pF	505-FKP2470/100/5	mouser.com	$0.33	$0.33
C2	1	Capacitor, Polypropylene, 1000pF	505-FKP21000/100/5	mouser.com	$0.34	$0.34
C3-C4	2	Capacitor, Polypropylene, 4700pF	505-FKP24700/63/5	mouser.com	$0.42	$0.84
C5	1	Capacitor, Polypropylene, 0.015uF	505-FKP20.015/63/2.5	mouser.com	$0.60	$0.60
C6	1	Capacitor, Polypropylene, 0.033uF	505-FKP20.033/63/2.5	mouser.com	$0.77	$0.77
C7-C9	3	Capacitor, Ceramic, 0.047uF	140-50V5-473Z-TB-RC	mouser.com	$0.18	$0.54
C10-C11	2	Capacitor, Ceramic, 0.01uF	140-50Z2-103M-RC	mouser.com	$0.10	$0.20
C12-C13	2	Capacitor, Electrolytic, NP, 1uF, 25V	539-SN010M025ST	mouser.com	$0.31	$0.62
C14-C16, C22	4	Capacitor, Electrolytic, 10uF, 16V	647-UVZ1C100MDD	mouser.com	$0.12	$0.48
C17	1	Capacitor, Electrolytic, NP, 10uF, 16V	647-UMP1C100MDD	mouser.com	$0.40	$0.40
C18-C20	3	Capacitor, Electrolytic, 47uF, 16V	647-USR1C470MDD	mouser.com	$0.29	$0.87
C21	1	Capacitor, Electrolytic, 47uF, 25V	647-USR1E470MDD	mouser.com	$0.28	$0.28
R1-R2	2	Resistor, Metal Film, 1/4W, 1.2K	271-1.2K-RC	mouser.com	$0.13	$0.26
R3	1	Resistor, Metal Film, 1/4W, 10K	271-10K-RC	mouser.com	$0.13	$0.13
R4-R6	3	Resistor, Metal Film, 1/4W, 8.2K	271-8.2K-RC	mouser.com	$0.13	$0.39
R7-R10	4	Resistor, Metal Film, 1/4W, 12K	271-12K-RC	mouser.com	$0.13	$0.52
R11-R12	2	Resistor, Metal Film, 1/4W, 33K	271-33K-RC	mouser.com	$0.13	$0.26
R13	1	Resistor, Metal Film, 1/4W, 68K	271-68K-RC	mouser.com	$0.13	$0.13
R14	1	Resistor, Metal Film, 1/4W, 2.2K	271-2.2K-RC	mouser.com	$0.13	$0.13
FB1-FB8	8	Ferrite Bead	623-2643000101	mouser.com	$0.05	$0.40
S1-S3	3	Switch, Slide, DPDT	688-SSSS925800	mouser.com	$1.13	$3.39
S4	1	Switch, Slide, SP3T	688-SSSS91B600	mouser.com	$0.99	$0.99
S5	1	Switch, Pushbutton, SPST	611-AP2E200TZBE	mouser.com	$14.00	$14.00
J3	1	Jack, RJ-45, 8 pin	154-UL6883	mouser.com	$2.41	$2.41
J5	1	Jack, DC Power, 2.5mm x 5.5mm	163-7625-E	mouser.com	$1.01	$1.01
	4	Standoff, Hex, 0.25 x 0.50, Alum	728-FC2104-440-A	mouser.com	$0.29	$1.16
	2	Socket, IC, 8 Pin DIP	571-4-1571551-2	mouser.com	$1.00	$2.00
J1	1	Phone Jack, 3.5mm, stereo	161-MJ355W-EX	mouser.com	$1.34	$1.34
J2	1	XLR Connector, 3 pin, female	568-NC3FD-LX	mouser.com	$3.25	$3.25
	1	Enclosure, 4"x4"x2"	537-CR-442	mouser.com	$12.90	$12.90
J4	1	Foster Connector, 8 pin, male			0	$0.00
J6-J9	1	Header, 1x30, 0.1: spacing	649-68000-136HLF	mouser.com	0.97	$0.97
P6	1	Header Housing, 1x3, 25 pack	1902	pololu.com	0.79	$0.79
P7	1	Header Housing, 1x2, 25 pack	1901	pololu.com	0.69	$0.69
P9-P10	1	Header Housing, 1x8, 10 pack	1907	pololu.com	0.99	$0.99
	1	Header Socket, 6", F-F, 50 pack	1800	pololu.com	9.95	$9.95
						$65.66



Opa Vonk keek fronzend naar zijn kleinzoon Pim, die naar zijn laptop scherm zat te turen. "Zit je weer op Instagram?" vroeg Opa, die weinig op had met al die sociale media. "Nee", antwoordde Pim. "Ik kijk naar Lineairs en hun specificaties, gewoon om eens te zien wat er allemaal te koop is en wat goede Lineairs zijn en wat niet". Opa fronsde nog wat meer. "Je bent bezig voor je N-licentie", zei hij. "Wat moet je met een Lineair? Hebben ze dan Lineairs van 25W?" Pim kreeg een kleur. "Nee, nee, natuurlijk niet", haastte hij te zeggen. "Het is maar om te zien wat er te koop is. Ik zou natuurlijk nooit mijn machtiging in gevaar brengen door met teveel vermogen te gaan werken". Opa keek hem een tijd lang aan, maar Pim keek strak naar zijn scherm en deed of hij dat niet zag. Het was duidelijk dat Opa er niet veel vertrouwen in had. "En wat zeggen de specificaties?" vroeg hij uiteindelijk. "Een heleboel is me wel duidelijk. Uitgangsvermogen, bandbreedte, impedantie, rendement - zo ingewikkeld is dat niet. Alleen wordt er soms gesproken over 1dB compressiepunten en soms over 3th order intercept, TOI of IMD. En dat kan ik niet zo goed plaatsen", antwoordde Pim. Opa knikte begrijpend. "Vooral in de mobiele technieken, zoals je telefoon, is lineairiteit belangrijk", zei Opa. "Dat komt door de toepassing van breedband modulatietechnieken. Over het hele spectrum dat de versterker te verwerken krijgt, moet de versterking overal gelijk zijn. Lineaire versterkers werken in klasse A, als ze niet teveel vermogen hoeven leveren, of in klasse AB. Klasse A heeft de voorkeur als maximale lineairiteit gewenst is, maar het nadeel is de slechte efficiency: in de praktijk nooit meer dan 20% tot 30%. Om een betere efficiency te krijgen wordt klasse AB gebruikt. Het nadeel daarvan is dat de klasse AB instelling vervorming introduceert en dat zorgt voor harmonischen en intermodulatieproducten. Hoewel goede filtering een paar van deze ongewenste neveneffecten kan ondervangen, geldt dat niet voor alle effecten. Het 3e orde intercept punt (TOI of IP3) en de -1dB (P1dB) punten geven je een indicatie van de lineairiteit van een versterker en van zijn instelmethoden.

Laten we eerst eens kijken wat die P1dB punten inhouden. De meeste lineaire versterkers hebben een vaste versterking over een bepaald frequentiebereik. Zet je het uitgangsvermogen in een grafiek uit tegen het ingangsvermogen, dan zie je daartussen een lineair verband. Ofwel een rechte lijn. Zie onderstaande grafiek.



Het is belangrijk om te weten op welk moment de compressie begint; dat is het moment waarop de versterking minder of niet meer toeneemt dan zou moeten, zodat je de sturing aan kunt passen om vervorming te voorkomen. Dat moment is gewoonlijk het ingangsvermogen waarbij de versterking met 1 dB afneemt ten opzichte van de versterkerspecificaties. De 1-dB afname kan gespecificeerd zijn als het ingangsvermogen waarbij de -1dB optreedt, of het uitgangsvermogen waarbij -1dB afwijking een feit is.

Het 1-dB compressiepunt wordt gewoonlijk gebruikt in de specificatie van vermogensversterkers. Maar soms kom je de specificatie ook tegen in kleinsignaalversterkers, die een breed scala aan ingangsspanningen aan moeten kunnen zonder dat vervorming optreedt.

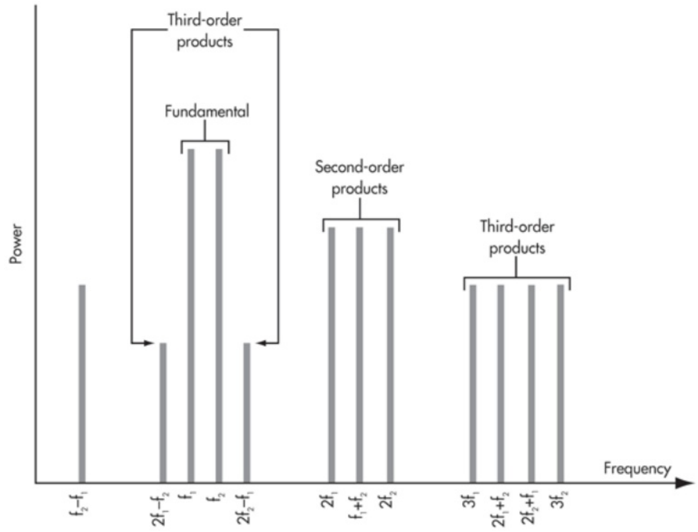
Het 1-dB punt wordt gemeten door de versterker op de gewenste frequentie aan te sturen met een sinus. Het ingangsniveau wordt verhoogd

terwijl het uitgangssignaal gemeten wordt. Het uitgangssignaal wordt doorgaans gementen met een vector signal analyzer (VSA) of soortgelijk instrument. Er wordt dan een regelbare verzwakker aan de ingang gebruikt om het signaal in te kunnen stellen, en aan de uitgang wordt een verzwakker gebruikt om mogelijke schade aan de ingang van de VSA te voorkomen.

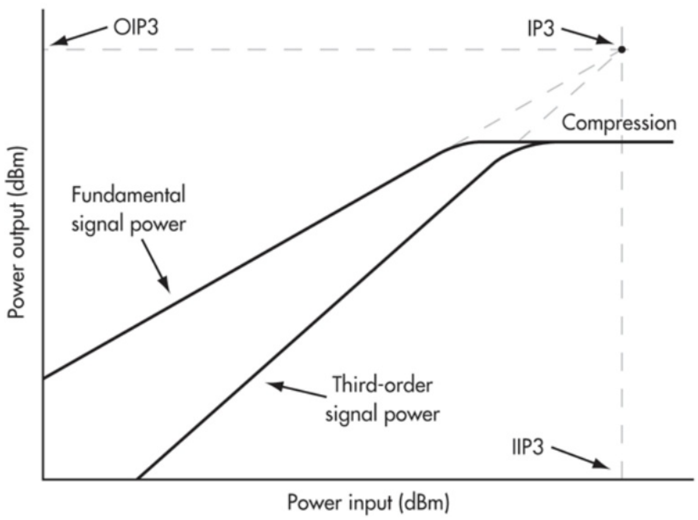
Maar wat is dan het 3e orde intercept punt? Als een versterker of andere schakeling niet-lineair wordt, begint deze harmonischen van de versterkte ingangssignalen te produceren. Harmonischen zijn altijd een veelvoud van de basisfrequentie. Dus 2MHz is de tweede harmonische van 1MHz en 5MHz is de vijfde harmonische van 1MHz. Altijd een veelvoud dus. De tweede, derde en hogere harmonischen zitten nog wel eens buiten de bandbreedte waarbinnen de versterker werkt, en dan zijn ze er makkelijk uit te filteren als ze een probleem opleveren. Maar niet-lineairiteit produceert ook mengproducten van twee of meer signalen...

Als de signalen dicht bij elkaar liggen in frequentie, dan kunnen sommige som- en verschilfrequenties, die ook wel intermodulatie-producten genoemd worden, optreden binnen de bandbreedte van de versterker. En omdat ze binnen de bandbreedte vallen, kunnen ze niet uitgefilterd worden en worden het uiteindelijk stoorsignalen van het hoofdsignaal dat je wilde versterken. En daarom moet je zoveel aandacht besteden aan de instelling van een versterker, de aansturing ervan en andere factoren die ervoor zorgen dat de maximaal mogelijke lineairiteit gehaald wordt, waarmee de intermodulatieproducten (IMD) zoveel mogelijk verminderd worden.

In de figuur rechtsboven zie je twee signalen f1 en f2 die zich binnen de bandbreedte van de versterker bevinden. Door de vervorming worden twee nieuwe signalen f1 – f2 en f1 + f2 geproduceerd. Die kunnen meestal wel weggefilterd worden. Maar deze signalen mengen ook met de tweede, derde en hogere



harmonischen en produceren zo een breed scala aan mogelijke stoorsignalen binnen de bandbreedte van de versterker. De meest storende signalen zijn de derde orde producten, en dat zijn 2f1 ± f2 en 2f2 ± f1. Degenen die mogelijk binnen de versterkerbandbreedte vallen zijn 2f1 – f2 en 2f2 – f1.

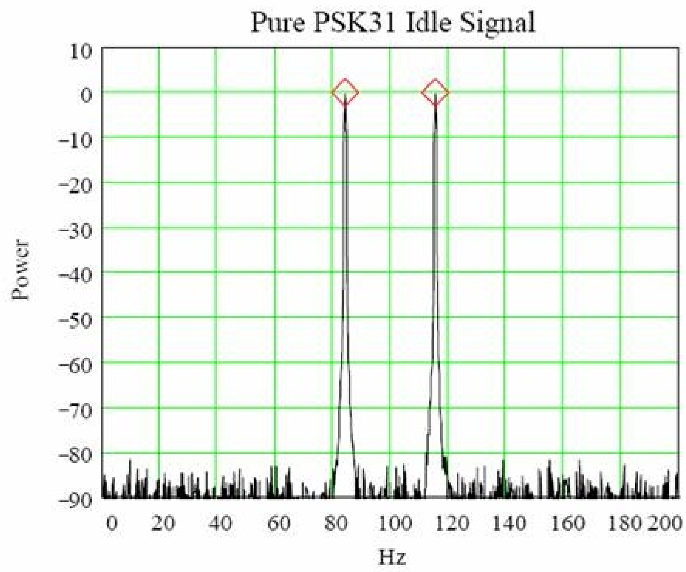


Als je in een grafiek het uitgangsvermogen uitzet tegen het ingangsvermogen, krijg je een grafiek die er net zo uitziet als die voor het 1-dB compressiepunt gebruikt werd, zie de tekening hierboven. Dit is de eerste-orde grafiek. Let op het afvlakken van de versterkingslijn als teken dat er compressie optreedt. Wat ook in de grafiek getekend is, is het signaalniveau van de derde-orde producten. Deze derde-orde producten nemen op een logarithmische schaal drie keer zo snel toe in vermogen als het vermogen van de eerste orde producten omdat de wiskunde achter het mixen een versterkingsverhouding van 1:3 aangeeft voor 3e orde producten.

Als je nu het lineaire stuk van de lijnen in de grafiek doortrekt zoals in het plaatje te zien is, dan snijden ze elkaar op het punt waar het vermogen van de derde-orde signalen net zo groot is als van de eerste-orde signalen. En dat noemen we nu het third-order intercept point. Het is een theoretisch punt dat je in de praktijk nooit bereikt. Maar het is wel nuttig om de lineairiteit van een versterker te beschrijven. Bij een ontvanger geeft het derde orde intercept-point dus aan hoe goed de ontvanger tegen sterke signalen kan.

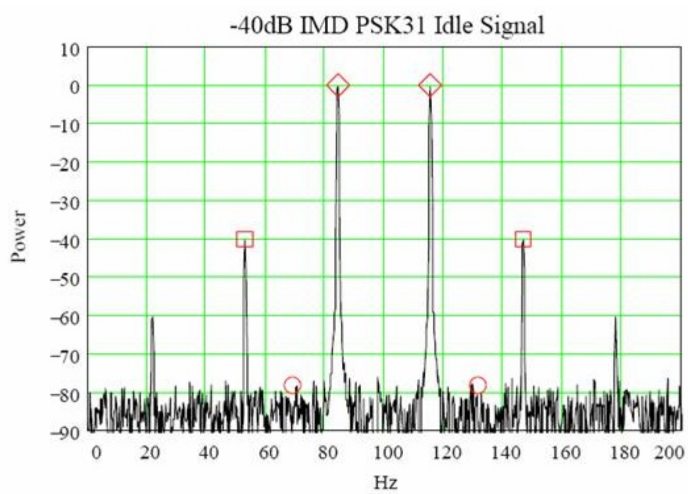
De IP3 waarde kan je lezen ten opzichte van de ingang of de uitgang. Lees je de waarde af op de as van het uitgangsvermogen, dan wordt het OIP3 genoemd. Lees je de waarde af op de als van het ingangsvermogen, dan noemt men de waarde IIP3.

Hoe hoger het uitgangsvermogen bij het intercept punt, hoe beter de lineairiteit is en hoe lager de intermodulatievervorming. Feitelijk geeft de IP3 waarde aan hoe groot signaal een versterker aan kan voordat IMD optreedt. Een IP3 waarde van bijvoorbeeld 25 dBm is beter dan een van 18 dBm. Over het algemeen ligt het IP3 punt ongeveer 10 dB boven het 1-dB compressiepunt". Pim knikte dat hij het begrepen had. "Maar hoe zit dat dan bij PSK31? Daar zie ik ook wel eens IMD rapporten voorbijkomen. Werkt dat op dezelfde manier?" vroeg hij. "Jazeker", antwoordde Opa. "Als je naar een PSK31 idle signaal kijkt, dus zonder dat je tekens aan het uitzenden bent, dan zal je zien dat de constante 180 graden fasewisseling en de cosinusvorm van het signaal twee signalen oplevert die gelijk zijn aan de PSK31 centrale frequentie +/- 15,625Hz. Deze tonen kunnen gebruikt worden om de IMD van een zender te meten. Het volgende plaatje toont een PSK31 idle signaal met een centrale frequentie van 100Hz. De twee tonen vind je dan op 100+/-15,625Hz ofwel 84,375Hz en 115,625Hz. De derde orde mengfrequenties zijn (2F1 – F2) en (2F2-F1) ofwel 53,125Hz en 146,875Hz. Het tweede plaatje toont een PSK31 idle signaal met 3^e^ (en 5^e^) orde IMD.



Een schoon PSK31 idle signaal

Door het vermogensverschil te meten tussen de originele tonen en de 3e orde IMD tonen, krijg je een beeld bij hoe groot de vervorming van het signaal is. In dit geval is de IMD –40dB aangezien de originele tonen op 0dB liggen en de 3e orde tonen op –40dB.

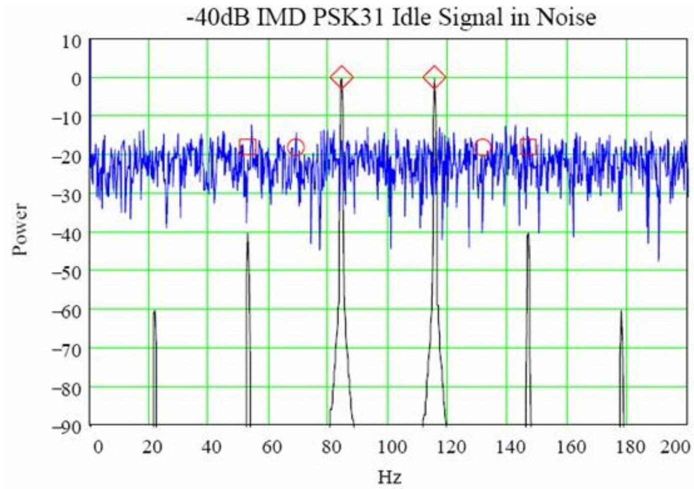


PSK signaal met -40dB IMD

Maar pas op. Er zit een addertje onder het gras. Dit gaat alleen op als het ontvangen signaal voldoende sterk is. Als dat niet het geval is, krijg je de situatie zoals weergegeven bovenaan de volgende bladzijde. Wat je daar ziet, is dat als je het signaalniveau meet van de 3e orde frequenties, je een verkeerd resultaat krijgt omdat het ruisniveau hoger is dan het niveau van de 3e orde frequenties. Je ziet dan bijvoorbeeld een IMD waarde van –20dB, ook al is het signaal eigenlijk –40dB.

En dat is waarom het belangrijk is dat het ontvangen signaal goed boven de ruisvloer is voordat je gaat proberen om een IMD meting te doen. Een andere factor is dat de HF propagatie effecten ook fouten kunnen veroorzaken met deze meetmethode.

De PSKCore algorithmes bemonsteren de originele PSK31 idle tonen, de 3e orde stoortonen maar ook de ruisvloer. Als het niveau van de ruisvloer hoger is dan de IMD toon, dan wordt de IMD meting als 'verdacht' bestempeld", besloot Opa zijn betoog. Pim keek naar de plaatjes en zei: "Dat heb ik me nooit gerealiseerd, dat IMD een aanwijzing was voor de lineairiteit van een versterker of eindtrap, wat natuurlijk ook een versterker is. Ik zag het altijd als een soort kwaliteitsstempel voor ontvangers". "Dat is het natuurlijk ook wel", zei Opa, "alleen is dat direct afgeleid van de lineairiteit van de HF voorversterker. Je kunt je voorstellen dat die 3^{e} orde producten in de praktijk gewoon hoorbaar zijn als signalen in de band, maar dan wel signalen die er eigenlijk niet zijn maar die het resultaat zijn van het mengen van twee andere signalen. Op een panorama display van



een SDR kan je dat uitstekend zien. Als de hele ruisvloer omhoog komt of als overal ineens signalen naar boven komen, kan je er vergif op innemen dat je je ontvangeringang overstuurt, al of niet met signalen binnen de band. Daarom is het zo belangrijk om sterke signalen uit je ontvanger te houden. Het voorkomt dit soort storingen". Pim knikte. "Bedankt Opa. Dan kan ik nu de specificaties van die Lineairs beter op waarde schatten". "Jaja", bromde Opa. "Ik ben benieuwd hoeveel 25W Lineairs er in jouw foldertje staan". Maar Pim deed of hij die laatste opmerking niet gehoord had...

CW filter inbouw in de FT-101E

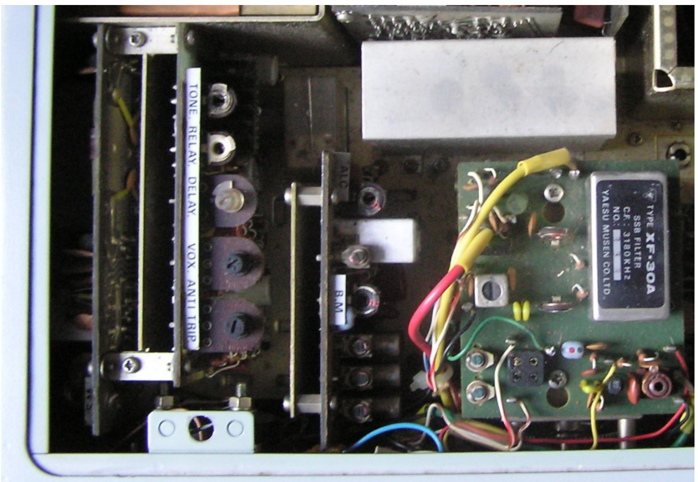
Dat ging een stuk sneller dan gedacht. In de vorige RAZzies schreef ik al dat ik op zoek zou gaan naar een CW-filter voor mijn FT-101. Na een week of 3 eBay in de gaten gehouden te hebben, werden er inderdaad twee te koop aangeboden. Ik kocht er uiteraard maar 1, en de prijs viel niet tegen: $49. Ik weet niet of dat nieuw is bij eBay, maar eBay rekende drie keer af: 1x voor het kristalfilter, 1x voor de verzendkosten welke kennelijk gelijk naar de vervoerder overgemaakt werden, en 1x invoerrechten à €17. Maar goed, ik had het er graag voor over. Op 18 januari kwam het pakje binnen, en daarin zat het CW filter. Het is ook niet meer dan dat: een blikken doos met 4 pootjes en 2 M3 draadeinden om het ding vast te zetten. Als voorbereiding op de aankomst van



het kristalfilter had ik alvast in de handleiding opgezocht hoe je het ding moest monteren. Ik had tijdens het weer werkend krijgen van de FT-101 weliswaar een filter zien zitten op een van de printen, maar bij het bestuderen van de montagehandleiding bleek dat niet de print te zijn waar het CW filter geplaatst moest worden.

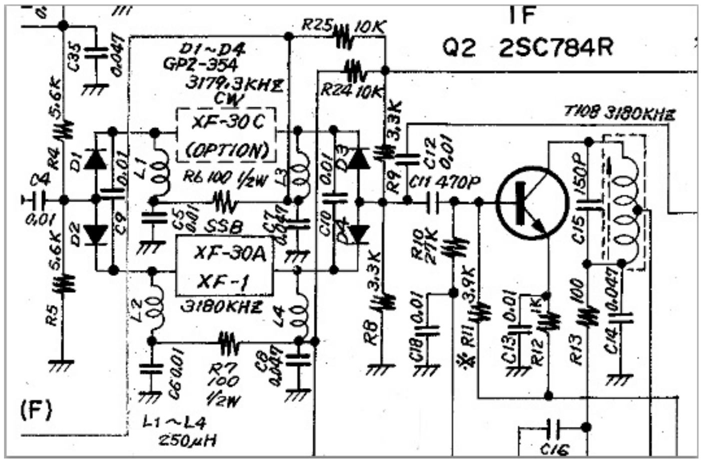


Voor het monteren van het kristalfilter moest de set weer open. De FT-101 heeft een top cover dat makkelijk met twee van die kwartslag klikschroeven open te maken is. Volgens de handleiding zat het filterbord links, samengebouwd met een andere printplaat en weer bevestigd aan een metalen tussenschot dat aan de bodemplaat bevestigd is.

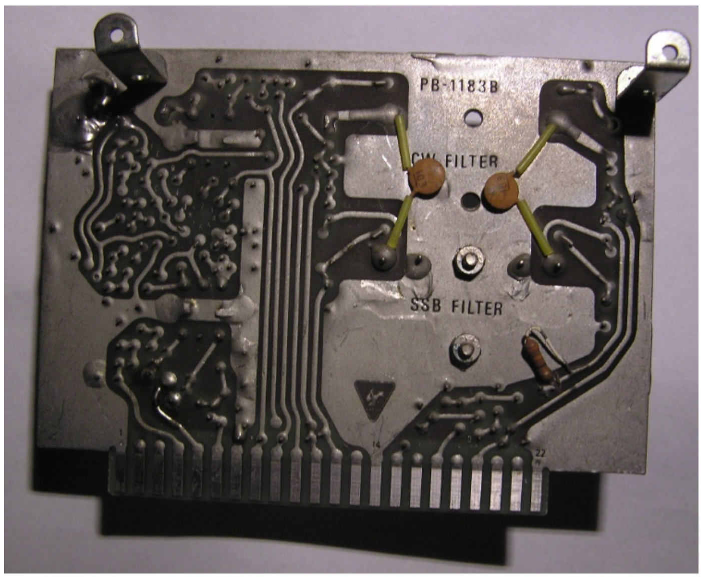


De meest linkse (vertikale) print moet het zijn...

In de instructie stond ook dat er twee condensatoren verwijderd moesten worden alvorens het filter te monteren. Waarom dat nodig is, blijkt uit het schema van de middenfrequent zoals getoond rechts boven aan de pagina. Het signaal wordt geschakeld met de diodes D1-D4. Het signaal komt binnen op C4 en bij SSB gaat het via D2 naar het SSB filter om via D4 naar de versterkertrap daarachter gevoerd te worden. In de stand CW neemt het signaal de afslag via D1. Als er geen CW-filter geplaatst is, zou het signaal daar doodlopen. Daarom zijn condensatoren C9 en C10 toegevoegd. Het signaal gaat nu door C9 alsnog door het SSB filter, en via C10 door diode D3 naar de versterkertrap. Indien het CW-filter



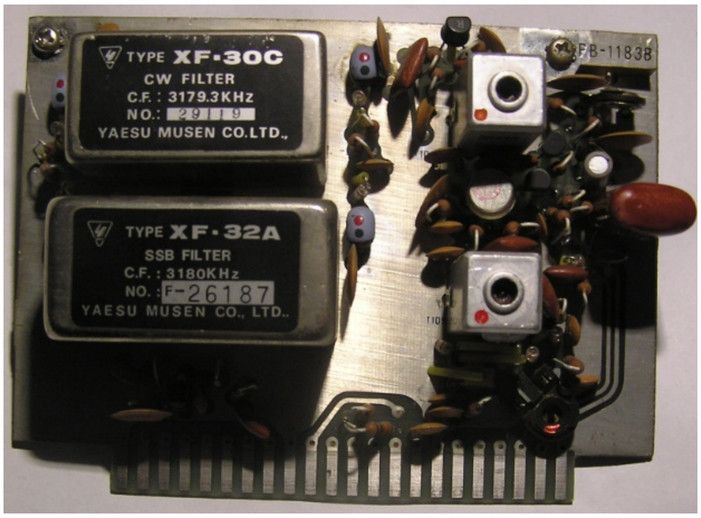
geplaatst is, worden C9 en C10 verwijderd zodat het signaal nu de weg via het CW filter volgt naar de versterkertrap. Op onderstaande foto zijn de condensatoren te zien, geplaatst aan de onderzijde van het filterbord.



Als je goed naar de print kijkt, zie je dat de condensatoren op de signaalpennen van de filters gesoldeerd zijn. Maar er zit geen gat in het massavlak waar de pennen doorheen moeten! Aan de bovenkant zie je wel een soort doormetalliseringen (zie foto hieronder), maar met de slobberstaaf waren die niet open te krijgen.



Uiteindelijk heb ik maar de printboor gepakt en vanaf de bovenzijde, waar de locatie van de massapennen goed te zien is, twee 1mm gaatjes geboord. En nu kon het filter op zijn plek gezet worden. Het vastschroeven ging nog wel, maar het solderen was een ander verhaal. Het filter heeft vermoedelijk vele jaren ergens op een plank gelegen en leed aan het Radio Twenthe syndroom (Hagenezen welbekend): zo zwaar geoxideerde aansluitpennen dat het soldeer er niet op pakte. Met een radeermesje werd de oxidelaag van de pennen geschraapt en toen liet het filter zich fatsoenlijk solderen.



Merk op dat de frequentie op het CW filter 700Hz afwijkt van de frequentie op het SSB filter. Dit vanwege de noodzakelijke 700Hz offset om je tegenstation te kunnen horen. Zero-beat heet niet voor niets zo: als je precies op de frequentie van je tegenstation luistert, hoor je alleen maar gelijkstroom. Niets dus.

Het pakketje printen weer in de set gestoken en vastgeschroefd, en toen was het tijd voor een test. En wat maakt zo'n CW filter toch een verschil. Of je een gordijn dichtschuift. Alle verder weg gelegen piepjes verdwijnen, de achtergrondruis wordt een stuk minder en dat alles maakt het luisteren naar CW signalen een stuk comfortabeler. Ik stemde in LSB af op een signaal in de 80m band en schakelde toen over op CW. Wat me opviel was dat de S-meter meteen een punt of 5 terugviel. Zou het CW filter zoveel demping hebben dan? Dit was het moment om de door Chris PA0OKC gerepareerde meetpost eens aan het werk te zetten,

Ik verbond de meetset met de FT-101 en het eerste wat ik deed was bepalen wanneer de S-meter S9 aangaf. Dat was bij -65dBm. In mijn herinnering klopte dat niet, dus zocht ik eerst de S-meter tabel er maar eens bij:

S-reading	HF	
	µV (rms, Relative to 50Ω)	dBm
S9+10dB	160.0	-63
S9	50.2	-73
S8	25.1	-79
S7	12.6	-85
S6	6.3	-91
S5	3.2	-97
S4	1.6	-103
S3	0.8	-109
S2	0.4	-115
S1	0.2	-121

En inderdaad: -65dBm is ongeveer S9+10dB. Om te testen of de S-meter een beetje logarithmisch was, verminderde ik het signaal met 10dB naar -75dBm. In plaats van S9 gaf de meter nu S3 aan. Een vermindering van 10dB doet de meter dus 36dB minder aanwijzen (elk S-punt komt overeen met 6dB). En 10dB erbij, dus -55dBm, gaf bijna S9+40dB op de meter. Daar klopt dus helemaal niets van. Zowel absoluut niet, als relatief niet. Eerst maar eens kijken wat het verschil in aanwijzing is tussen SSB en CW. Dat blijkt enorm mee te vallen: in CW geeft de S-meter ongeveer 2dB minder aan (nog geen half S-punt), maar omdat die meter helemaal niet logarithmisch is, is het in werkelijkheid veel minder. Je moet alleen ontzettend goed afstemmen, want iets naast de frequentie scheelt meteen heel veel in de aanwijzing. Dat was waarschijnlijk het probleem bij mijn eerste test. Maar nu moet die S-meter nog gecalibreerd.

Zoals in bovenstaande tabel te zien is, komt S9 overeen met -73dBm. Ik zette de meetpost

volgens de instructie van de FT-101 handleiding dus op -73dBm, ditmaal bij 14,200MHz, en regelde de S-meter af op een aanwijzing van precies S9. En dan nog even checken wat een wijziging van 10dB doet. Bij -83dBm gaf de meter nu ca. S4 aan (wat iets meer dan S7 had moeten zijn) en -63dBm komt nu overeen met S9+26dB. Kortom, met recht een Japanse leugendetector. Alleen S9 is waar. Alles daaronder en daarboven is gelogen.

Tot slot wilde ik nog even de gevoeligheid van de set weten. Ik deed de meting weer bij 14,200MHz. Met het terugregelen van het signaal bleek een niveau van 3μV (-100dBm) nog net neembaar. Minder is wel hoorbaar, maar of je daar in de praktijk nog chocola van kunt maken is de vraag. Volgens de tabel moet de meter dan nog ongeveer S5 aangeven. Nou, die bewoog niet eens meer. Een waarde van -100dBm is naar de huidige maatstaven niet echt heel goed. Mijn B2 replica doet dat ook ongeveer. Aan de andere kant is het stoorniveau op de banden doorgaans zo hoog, dat dat eerder een probleem vormt voor het kunnen nemen van een signaal dan de gevoeligheid van de ontvanger. Zeker op de lagere banden.

Hiermee is mijn FT-101 weer een stukje beter geworden. Hij werkt nu heel prettig in CW, en dat maakt het weer aantrekkelijk om er verbindingen in CW mee te maken. De FT-101 krijgt voorlopig een prominent plekje op de werkbank...



Afdelingsnieuws

Inmiddels zijn er heel wat onweerdetectors verschenen op de kaart. Het forum van onze website gonst van de activiteit, omdat er nogal wat vraagjes en hier en daar ook wat problemen zijn. Problemen in de zin van dat er een paar WiFi modules zijn die de geest gegeven hebben. Daarnaast zijn er wat vragen over de gevoeligheid die beïnvloed zou worden door storing door de display signalen en/of de Wifi module. Onze ontwikkelcrew buigt zich over al deze vragen en opmerkingen en gaat er mee aan de slag.

Inmiddels worden ook de eerste prototypes gebouwd van een APRS tracker die ook als portofoon te gebruiken is, zij het voor één van tevoren ingeprogrammeerde frequentie. De eerste prototypes zijn al operationeel, dus binnenkort zal er meer nieuws te lezen zijn in de RAZzies. De levering van project besteden we echter uit, omdat het voor ons niet meer te behappen is in de aantallen zoals die momenteel over de toonbank gaan als we een inschrijving openen.

Afdelingsbijeenkomsten

In februari vallen de afdelingsbijeenkomsten van de Radio Amateurs Zoetermeer op de laatst mogelijke data: 14 en 28 februari. Denk eraan dat er dit keer weer eens 3 weken zit tussen de laatste bijeenkomst van januari en de eerste van februari! Na onze laatste januaribijeenkomst zit er namelijk nog een woensdag in januari, namelijk de 31e. En dan volgen er nog twee. De eerste bijeenkomst is dus 14 januari, en voor degenen die nog aan dat soort commerciële uitbuiting doen, valt dat samen met Valentijns-dag.

IJs en weder dienende zal op de eerste bijeenkomst ook de QSL-manager aanwezig zijn voor het uitwisselen van de QSL-kaarten. Des te meer reden om de bijeenkomst te bezoeken!